

INSTITUTO SUPERIOR DE CIÊNCIAS POLICIAIS E SEGURANÇA INTERNA



“O COMBUSTÍVEL IDEAL PARA O CARRO DE PATRULHA FACE À PERTINÊNCIA ATUAL DAS VIATURAS ELÉTRICAS”

Estudo teórico

3.º Curso de Comando e Direção Policial

Autor: Diogo Tomé Soares Duarte

Viseu, 11 de julho de 2019



Resumo

O presente trabalho foi realizado com o objetivo de se encontrar o combustível ideal para o Carro de Patrulha da PSP, tendo como pano de fundo a discussão pública acerca das vantagens das viaturas elétricas no que concerne às condições que oferecem em termos de economia e de emissões poluentes.

Foi abordada a importância do automóvel na sociedade, bem como do Carro de Patrulha no âmbito da missão da PSP no território nacional.

Indicaram-se os princípios básicos de funcionamento de um motor comum de automóvel no sentido de se perceber as condições de utilização dos diversos combustíveis de origem fóssil presentes no mercado. Paralelamente foi abordado o estado de arte de desenvolvimento tecnológico dos automóveis movidos total ou parcialmente a eletricidade.

Contextualizou-se a produção de eletricidade em Portugal, nomeadamente a importância que cada fonte de energia primária tem perante o cômputo energético global e disponível nas tomadas comuns da rede pública.

Como metodologia de estudo consideraram-se três parâmetros de análise entre duas viaturas similares, uma elétrica e uma a gasolina, nomeadamente comparação de valores de eficiência, de consumo e de emissões poluentes.

Verificou-se que as viaturas elétricas, no contexto atual da PSP, não são as mais adequadas.

Abstract

The present work was carried out with the objective of finding the ideal fuel for the PSP Patrol Car, having as a background the public discussion about the advantages of electric vehicles in terms of the conditions they offer in terms of economy and pollutant emissions.

The importance of the car in society was discussed, as well as the Patrol Car within the scope of PSP's mission in the national territory.

The basic principles for the operation of a common car engine were identified in order to understand the conditions of use of the various fossil fuels on the market. At the

same time, the state of the art of technological development of automobiles, totally or partially powered by electricity, was approached.

The production of electricity in Portugal has been contextualized, namely the importances that each primary energy source has before the global energetic calculation and available in the common sockets of the public network.

As a study methodology, three parameters were analyzed between two similar vehicles, one electric and other gasoline-powered, namely, comparison of efficiency, fuel consumption and pollutant emissions.

It was verified that the electric vehicles, in the current context of the PSP, are not the most adequate.

Introdução

O Carro de Patrulha (CP) da Polícia de Segurança Pública (PSP) evoluiu ao longo dos tempos em que tem servido esta força de segurança pelo que o CP é hoje mais que o simples carro de configuração familiar com quatro portas e uma mala.

A fonte energética do CP, ou dito de outra forma, o combustível cuja transformação o movimenta, tal como acontece com o automóvel comum, assume cada vez mais importância numa sociedade moderna cujas preocupações ambientais deverão estar sempre presentes. Os combustíveis fósseis são cada vez mais preteridos em relação a fontes de energia renováveis e tidas como “limpas” (na realidade não são assim tão “limpas”, como se verá à frente).

Emerge assim a pertinência deste trabalho, motivada pelo interesse pessoal e formação académica do autor nesta área, no sentido de se procurar que o CP, como ferramenta de trabalho de grande visibilidade, seja ambiental e economicamente eficiente.

Esta questão do combustível ideal do automóvel nasce das atuais preocupações ambientais que envolvem uma parte importante da discussão política a nível mundial. Devido à importância desta temática na sociedade moderna, é premente que esta máquina seja constantemente alvo de preocupações e estudos com o fim de melhorar o seu desempenho.

Surgem assim dois vértices base alvo do presente estudo: as viaturas movidas pelos combustíveis denominados fósseis como a gasolina e o gasóleo, e as viaturas elétricas, supostamente “limpas” e amigas do ambiente (cuas respetivas fontes energéticas são em boa parte, não renováveis).

Este estudo teórico utiliza como método uma análise matemática comparativa entre duas viaturas da mesma marca e modelo, uma a gasolina e outra elétrica, trazendo a lume as realidades de cada uma das fontes energéticas afloradas em termos de rendimento, consumo de combustível e emissões poluentes. Estes parâmetros tiveram como base de estudo dados oficiais do fabricante dos veículos escolhidos e legislação ambiental/energética específica, no sentido de se aferir das vantagens e desvantagens dos combustíveis analisados.

A abrangência deste estudo é efetuada do ponto de vista “*Well to Wheel*”, ou seja desde a sua fonte até à roda do automóvel, mormente ao nível da eletricidade como energia do automóvel (figura 1). É uma análise que é efetuada de forma bastante simples e devidamente explicada, para que seja entendível pelo leitor comum.

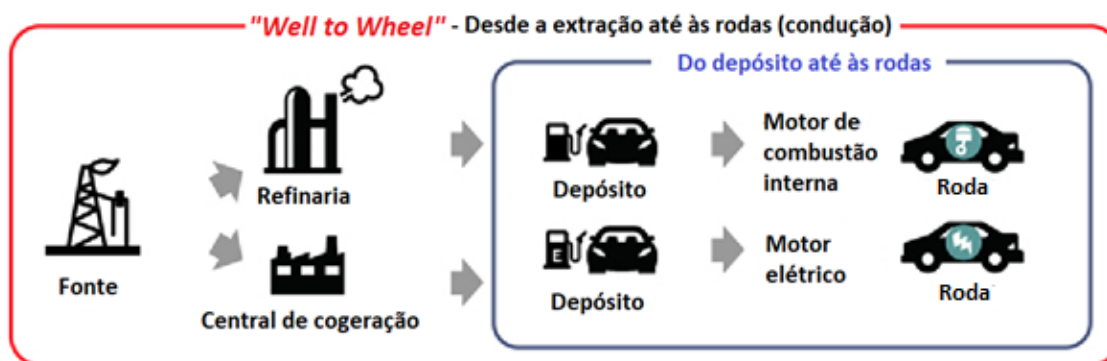


Figura 1 – visão global simplificada “*Well to Wheel*” de um dos processos de obtenção de combustíveis para automóvel (gasolina e eletricidade) com base na mesma fonte não renovável (retirada de www.mazda.com; 2019).

De acordo com a abordagem global referida, foram considerados três parâmetros de análise (eficiência, consumo e emissões poluentes) comuns aos dois veículos, parâmetros esses baseados em dados dos fabricantes e em legislação ambiental/energética específica, comparando-os, no sentido de se aferir das vantagens e desvantagens dos combustíveis analisados.

Capítulo 1 – O automóvel como Carro de Patrulha na PSP

O veículo automóvel assumiu um lugar de destaque nas sociedades atuais. É impensável a vida humana atual sem a presença desta máquina no quotidiano. O automóvel serve os mais diversos propósitos, desde o transporte de mercadorias e bens, o lazer, entretenimento, a saúde, a segurança interna e externa, a justiça, enfim, uma infinidade de áreas e campos de presença social. Nesta linha, o automóvel, desde a sua génese na Alemanha em 1885 pelas mãos de Karl Benz, evoluiu, transformou-se, adaptou-se, diversificou-se e implementou-se. O automóvel que hoje vemos aos milhões pelas estradas desse mundo fora, constitui-se como algo muito além do comum carro familiar de transporte de pessoas. É um carro, uma mota, um jipe e até um camião semirreboque de transporte internacional. O automóvel é, portanto, um pilar fundamental de sustentação da sociedade tal como a conhecemos hoje. Na mesma linha, o automóvel assume uma posição cimeira no universo logístico da instituição policial moderna.

De acordo com a definição institucional da página internet da PSP (www.psp.pt), esta força constitui-se como *“uma força de segurança, uniformizada e armada, com natureza de serviço público”*, tendo por missão *“assegurar a legalidade democrática, garantir a segurança interna e os direitos dos cidadãos”* pelo que, uma das ferramentas fundamentais para o desenvolvimento da missão atual é o CP. É, no paradigma atual que envolve a missão policial, um “peão” estratégico fundamental, neste complexo “tabuleiro de xadrez” que constitui a dinâmica estrutural da PSP perante a sociedade civil.

A PSP conta com uma frota automóvel que serve todas as unidades policiais do território nacional. Os veículos que não se enquadram na denominação de carro patrulha (motociclos/ciclomotores, camiões, carrinhas de transporte de mercadorias, etc), por norma, encontram-se afetos a determinadas unidades cuja missão, é por norma especial. Também dentro do universo de viaturas ligeiras da PSP, apenas uma parte é afeta à missão de CP, sendo que as restantes estão ligadas à área de apoio logístico e operacional, às esquadras de investigação criminal e até às esquadras de trânsito, entre outras. Pese embora estas últimas duas valências efetuem também algumas missões de patrulha, vamos cingir-nos à objetividade do tema do presente trabalho, ou seja, o CP na aceção das palavras.

Do universo de 4808 viaturas automóveis que a PSP tinha em 2015 (o número atual será muito aproximado), 3575 eram viaturas ligeiras e destas, apenas 1226 efetuavam missão de CP em esquadras de competência genérica (Barata, 2016).

As viaturas carro patrulha são adquiridas às marcas ou aos seus representantes nacionais, de entre o leque de viaturas disponíveis no mercado. O comum CP da PSP, é uma viatura de segmento intermédio, concebido de génese para transporte de condutor mais passageiros, cuja lotação, por norma, é de cinco lugares. Como tal, são viaturas de características exatamente iguais aos modelos disponíveis ao público. Ou seja, a caracterização das viaturas policiais da PSP é feita posteriormente à sua aquisição e passa, essencialmente, pela caracterização colorida exterior, pela colocação das pontes luminosas de rotativos e pela colocação de equipamento rádio no seu interior (podem existir outros acessórios mas de forma muito pontual e específica). Esta forma de aquisição de viaturas é comum à esmagadora maioria das polícias por esse mundo fora, excetuando-se o caso das polícias nos Estados Unidos da América, onde os carros são feitos por encomenda para os diversos departamentos policiais daquele país e segundo especificações concretas.

É da abrangência da missão desenvolvida pelo CP que brota a sua importância na estrutura policial da PSP. O CP serve para em primeiro lugar, como o nome indica, para patrulhar: o patrulhamento auto era há umas décadas atrás um complemento do patrulhamento a pé. Atualmente, pode dizer-se com segurança que o patrulhamento a pé é que se constitui como um complemento ao patrulhamento auto. De facto, pelo tamanho e complexidade do tecido urbano que constitui as principais capitais de distrito, emerge claramente a importância deste tipo de patrulhamento. Mas, para além desta missão, o CP assume também importância fulcral em variadíssimas situações, tais como, a resposta a incidentes, a chamadas de socorro, no transporte de agentes e de detidos e no transporte de meios técnicos essenciais à missão como armamento, coletes balísticos, computadores e *tablet's*.

A dinâmica de operação de um CP no dia-a-dia reveste-se de um nível de exigência em termos mecânicos, muito elevado. Um CP durante um turno de serviço percorre em média 35 quilómetros, podendo chegar em alguns casos e em situações excecionais aos 100. A quilometragem média anual, tendo em conta o serviço de rotatividade de turnos e de viaturas (quando tal é possível) é de 20.000 quilómetros, Barata (2016). Apesar de não ser um valor extraordinário, há que ter em conta que o CP é uma viatura que está sujeita à condução alternada de várias pessoas, o que implica a sujeição dos componentes mecânicos a diversos estilos de condução. Também é importante referir que é comum nos utilizadores dos CP, idas a ocorrências em que o motor do veículo não é desligado, pelo que a quilometragem total do motor no caso do CP pode considerar-se superior à que é marcada

no conta-quilómetros (além de que os motores a trabalhar ao *ralenti* durante longos períodos sofrem muito desgaste mecânico e correm risco de sobreaquecer). Por outro lado, atendendo à distribuição das áreas de jurisdição das forças de segurança portuguesas, constata-se que a PSP ao ter a primazia de patrulha dos grandes centros urbanos, leva a que os CP afetos a esse tipo de realidade sofram desgaste prematuro em relação a outras viaturas que não efetuam a missão nestas condições, mormente ao nível das embraiagens, dos sistemas de travagem e dos sistemas de arrefecimento.

Capítulo 2 – Automóveis movidos a combustíveis comuns (fontes não renováveis)

Atendendo à importância do Motor de Combustão Interna (MCI) para a mobilidade automóvel, importa desde já fazer a distinção entre os dois tipos de MCI mais comuns, motor a gasolina e motor Diesel, nomeadamente os seus princípios de funcionamento.

Capítulo 2.1 – Motor a gasolina

O motor a gasolina, também denominado de motor de explosão, tem um princípio de funcionamento bastante parecido com o motor a gasóleo ou Diesel, ou seja aproveita a energia química do combustível, transformando-a através da combustão no seu interior, em energia mecânica, energia essa que se materializa no movimento das rodas do automóvel. O motor a gasolina, em relação ao Diesel, varia essencialmente no combustível e na forma como é inflamado.

Para haver qualquer tipo de combustão têm que existir três elementos fundamentais: combustível, comburente e fonte de ignição. No caso dos motores a gasolina o combustível é a gasolina, o comburente é o oxigénio presente no ar atmosférico e a fonte de ignição é uma faísca elétrica que salta entre os dois polos da vela. O motor a gasolina funciona, na maioria das vezes, segundo o ciclo Otto (ver figura 2), princípio de funcionamento que consiste num ciclo de movimentos realizados no interior do motor por um êmbolo dentro de um cilindro (pode fazer-se a analogia com uma seringa e o respetivo êmbolo interior). Esse êmbolo executa quatro movimentos por ciclo (daí chamar-se também motor a gasolina a 4 tempos), dois ascendentes e dois descendentes. Num primeiro tempo que coincide com o

movimento descendente do êmbolo (ou pistão) é efetuada aspiração da mistura ar/gasolina e no segundo tempo cujo movimento é ascendente, há a compressão dos gases no interior do cilindro. No fim do segundo tempo, portanto umas milésimas de segundo antes de o pistão chegar ao topo do cilindro, encontrando-se a mistura ar/gasolina já bastante homogênea e com aumento de temperatura, dá-se o salto da faísca entre os polos da vela, originando a explosão da mistura (o termo correto será inflamação). É aqui que se inicia o terceiro tempo e durante o qual o motor realiza trabalho útil, ou seja é durante o terceiro tempo (movimento descendente do pistão) que a energia química do combustível é transformada em energia mecânica. Por fim, após a chegada do pistão ao ponto morto inferior, começa a subir novamente, expulsando os gases da combustão pelo escape, consistindo este no quarto e último tempo.

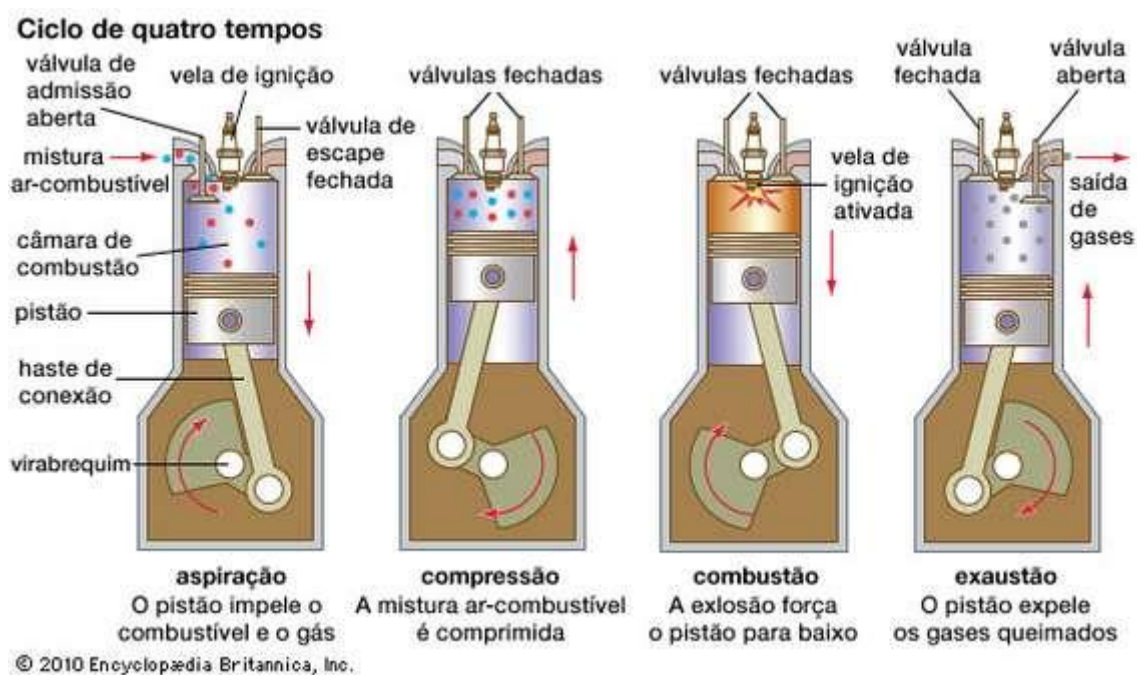


Figura 2 – Ciclo a 4 tempos (neste caso em concreto pode ser denominado também ciclo Otto) onde constam os principais componentes mecânicos do motor bem como os 4 tempos essenciais para a haver realização de trabalho útil pelo motor (retirada de www.escola.britannica.com.br; 2019)

Capítulo 2.2 – Motor Diesel

O princípio de funcionamento do motor Diesel (motor de ignição por compressão) é muito semelhante ao do motor a gasolina. Os componentes mecânicos são quase todos os mesmos, diferindo essencialmente na sua robustez, sendo mais fortes e pesados neste caso. O motor Diesel funciona segundo o ciclo com o mesmo nome sendo que num propulsor a quatro tempos existem praticamente os mesmos movimentos e tempos de funcionamento descritos para o motor a gasolina. Contudo, no motor Diesel, tal como foi referido, há a diferença na forma como o combustível é inflamado. Se no motor a gasolina tal acontecia graças à faísca nos polos da vela, no motor Diesel a combustão da mistura dá-se devido às altas pressões e altas temperaturas geradas no interior do cilindro que inflamam naturalmente o combustível no fim do segundo tempo (compressão). Devido a este princípio de funcionamento decorre que o motor Diesel tem componentes mecânicos mais fortes (devido às maiores pressões geradas no seu interior) mas a sua velocidade de rotação máxima é inferior.

Assim, a energia mecânica necessária ao movimento é obtida pela combustão no interior do cilindro e é transferida para as rodas através de uma série de componentes mecânicos que resumidamente são: os êmbolos ou pistões (por norma são quatro num motor convencional) que são empurrados pelos gases em combustão; estão ligados às bielas e estas, por sua vez, à cambota/virabrequim¹. A cambota está conectada ao volante do motor e este encontra-se acoplado à embraiagem. A embraiagem está ligada à caixa de velocidades e é este órgão que permite o movimento do automóvel para a utilização que conhecemos hoje, efetuando a desmultiplicação do binário motor de acordo com a necessidade do condutor: numa subida requer-se mais binário, numa autoestrada mais rotação nas rodas, o que o motor isoladamente, não conseguiria disponibilizar atendendo às suas características de funcionamento. A caixa de velocidades está ligada ao diferencial pelo veio de transmissão e aquele, por fim, às rodas. Estes componentes mecânicos estão sujeitos a esforços de atrito que, como se verá no capítulo 6, têm implicações no rendimento global da viatura.

¹ Virabrequim, denominação da cambota no Brasil, (figura 2)

Capítulo 2.3 – comparação entre gasolina e Diesel

O motor a gasolina tem como principais vantagens ser um motor mais simples, mais leve, portanto com custos de produção e de manutenção inferiores. É um motor que tem um consumo aproximado ao motor Diesel, ligeiramente superior (para a mesma cilindrada e número de cilindros). É também um motor mais rotativo, sendo que a sua velocidade máxima para um motor corrente ronda as 6000 a 7000 rotações por minuto (RPM). O motor Diesel, por seu lado, é um motor mais pesado, mais lento (velocidades de rotação máximas a rondar as 5500 RPM) e mais complexo. No entanto tem como vantagens esmagadoras a sua maior eficiência térmica e maior resistência e fiabilidade, permitindo ao veículo efetuar mais quilómetros, com menos reparações. Desde há aproximadamente vinte anos a esta data, com a generalização da sobrealimentação (turbos) nos motores Diesel, fator que aliado à modernização das caixas de velocidade com mudanças superiores muito desmultiplicadas, tem permitido obter valores de performance superiores às dos motores a gasolina, daí se explicar a sua generalização no mercado, inclusivamente ao nível dos pesados (veículos que percorrem muitos quilómetros e sujeitos a grandes esforços). Assim, tendo em conta os valores de performance dos atuais motores Diesel aliados à sua maior durabilidade, tem-se que são preferenciais para a missão do CP.

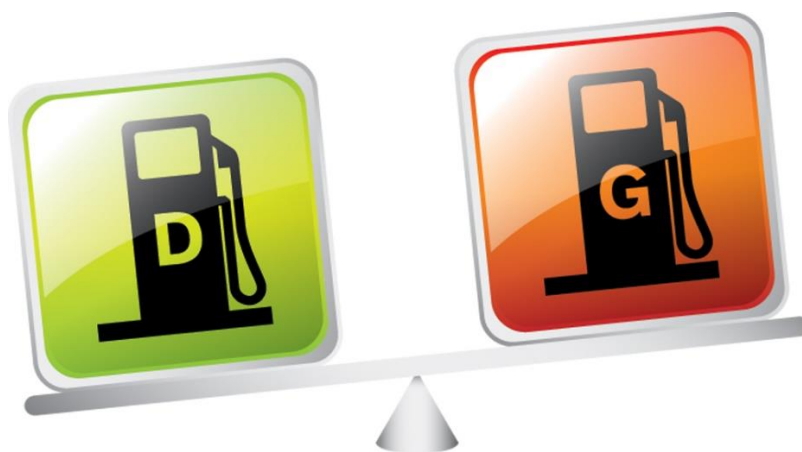


Figura 3 – preferência do Diesel face à gasolina do contexto do presente trabalho (retirada de www.samacharnama.com, 2019).

Capítulo 2.4 – outros combustíveis (Gás de Petróleo Liquefeito e Gás Natural Veicular)

Além dos combustíveis comuns (gasolina e diesel) existem outras combustíveis automóveis mais ou menos presentes no mercado. Os principais são o gás de petróleo liquefeito (GPL) e o gás natural veicular (GNV). Deles, o mais disseminado é de longe o GPL. Os veículos que funcionam a GPL e GNV são veículos com motores maioritariamente a gasolina (um motor a diesel pode ser convertido para funcionar a GPL ou GNV mas é uma operação significativamente mais onerosa) com os mesmos princípios de funcionamento e com partilha da maioria dos componentes mecânicos.

O GNV divide-se em gás natural comprimido (GNC) no caso das viaturas ligeiras e em gás natural liquefeito (GNL) para as viaturas pesadas. O GNV é um gás que apesar de ser mais barato e de emitir menores emissões poluentes que a gasolina e o Diesel, oferece uma autonomia limitada, por exemplo até em relação ao GPL e cuja disponibilidade no mercado nacional é extramente reduzida, existindo apenas dois postos de abastecimento em Portugal. É um gás que se encontra apenas em uso num número reduzido de automóveis pesados, mais ao nível do transporte de passageiros, sendo assim desconsiderado (GALP; https://www.ordemengenheiros.pt/fotos/dossier_artigo/02_galp_11518531765b1914e97f5f.pdf).

Quanto ao GPL existem algumas vantagens a salientar, inclusivamente ao nível da gasolina e do Diesel. O GPL é mais barato, tem emissões poluentes inferiores, tornando-se assim um combustível mais limpo e que permite armazenamento de uma quantidade que oferece uma autonomia superior. Como desvantagens há a referir os custos de instalação de GPL (problema que não se põe no caso de viaturas novas com pré-instalação do equipamento de fabrica, no entanto a diversidade de oferta é limitada a pouquíssimos modelos de segmentos inadequados à missão do CP), fraca disponibilidade de postos de abastecimento, redução da fiabilidade do motor e maior complexidade do sistema de alimentação.

De facto, pelo exposto no parágrafo anterior, é legítimo pensar que o combustível fóssil (ou derivado) que oferece melhores condições é o GPL. A nível de emissões poluentes e economia é verdade. No entanto as coisas não podem ser vistas apenas nessa ótica, havendo outros fatores preponderantes que não levam a essa disseminação. Pense-se por exemplo nas frotas de viaturas de grandes empresas ou até no caso dos táxis, portanto viaturas que percorrem grandes distâncias, e que perante essa realidade o que se assiste é a não preferência

por viaturas a GPL. A redução da fiabilidade não só do motor como dos seus componentes acessórios é flagrante. Os motores de combustão interna estão projetados desde o século XIX para funcionarem a gasolina ou Diesel pelo que a introdução do GPL e a sua combustão embora obedeça aos mesmos princípios termodinâmicos, não se comporta de forma exatamente igual mormente pela ausência de aditivos específicos presentes nos outros combustíveis o que a longo prazo ou sob condições severas de funcionamento, se traduz em falhas mecânicas.

Pelo exposto, salta já à vista a inadequabilidade destes combustíveis para a missão do CP, daí não serem analisados no presente estudo.

Capítulo 3 - Automóveis elétricos

Os automóveis elétricos disponíveis no mercado podem dividir-se, de forma simplificada, em dois tipos: automóveis totalmente elétricos e automóveis híbridos.

Capítulo 3.1 – Automóveis totalmente elétricos

Os automóveis totalmente elétricos funcionam apenas com recurso a energia elétrica, não possuindo qualquer tipo de MCI. A sua difusão no mercado é ainda muito limitada uma vez que a tecnologia associada a estes veículos não permite que a sua utilização seja adequada à generalidade das funções de uma viatura automóvel. O principal problema reside essencialmente na grande limitação em termos de autonomia (Toyota; <https://www.toyota.co.uk/hybrid/hybrid-faq/charging>). Associado a isto, tem-se que o tempo de carga das baterias é bastante moroso (várias horas), bem como custos e emissões poluentes elevados associados à produção e reciclagem das baterias de armazenamento.

Há também a referir os veículos que em vez de recorrerem a fonte exterior para recarregar baterias, possuem as chamadas “*fuelcells*” que na prática são disso exemplo os veículos movidos a hidrogénio. Esta tecnologia, por razões de quase inexistência de redes de abastecimento e que associadas ao facto de o hidrogénio ser um combustível de origem fóssil, tem para já fraca proliferação (FuelCellCars; <http://www.fuelcellcars.com/hydrogen-cars-pros-and-cons/>).

Pelo exposto no presente capítulo, é notório que as viaturas totalmente elétricas não são adequadas para a missão do CP.



Figura 4 – analogia do autor acerca da grande dependência do veículo totalmente elétrico em relação à fonte de alimentação (retirada de <https://trackimo.com/gps-monitoring-devices-for-hybrid-cars/>, 2019).

Capítulo 3.2 – Automóveis híbridos

Os automóveis híbridos compreendem um motor elétrico e um MCI, por norma a gasolina. O MCI pode, por um lado, acionar o motor elétrico e este as rodas ou, por outro, serem os dois motores responsáveis pelo acionamento motriz, complementando-se de acordo com as necessidades instantâneas da viatura. Os veículos híbridos, ao terem um motor elétrico que complementa o MCI (há também aproveitamento do calor emanado pelos sistemas de travagem e arrefecimento do MCI), obtêm valores de potência ligeiramente superiores, às custas de um consumo inferior. Esta característica de diminuição de consumos (e acessoriamente emissões poluentes) é a verdadeira chave de sucesso gradual deste tipo de tecnologia (Toyota; <https://www.toyota.co.uk/hybrid/hybrid-faq/charging>). No entanto há a referir também que o aumento de peso do veículo decorrente da presença do motor elétrico e das baterias torna a viatura mais lenta e desinteressante em termos de comportamento global, característica que só não se verifica no caso de viaturas híbridas topo de gama que, obviamente, não constituem o objeto de estudo do presente trabalho. Também em termos de custos de manutenção e de reparação as viaturas híbridas requerem mão-de-obra muito

especializada o que limita o leque de oficinas disponíveis e naturalmente encarece significativamente essas intervenções (Automotive Diagnostic Specialties; <https://automotivediagnosticspecialties.com/>).

A presença do Diesel neste tipo de viaturas está limitada a carros de gama alta, devido ao elevado custo deste tipo de associação que só se torna viável em viaturas com motores Diesel de potência elevada.

Assim, tem-se que as viaturas híbridas disponíveis no mercado nacional, apesar de poderem ser atrativas para o consumidor particular, tornam-se neste contexto inadequadas quer pelos custos de aquisição/manutenção, quer pela maior suscetibilidade a avarias derivada do cariz da missão exigente do CP.

Capítulo 4 – A importância das fontes energéticas

O planeta terra onde vivemos é a base de fornecimento energético da humanidade (excetua-se aqui a energia solar). No entanto, este planeta não tem recursos ilimitados. O ser humano enquanto espécie dominante na terra, tem evoluído ao longo dos tempos à custa, em boa medida, do aumento do consumo energético em todas as suas vertentes. A procura interminável de melhoria das condições de vida levou a este crescimento da procura da energia. Como é natural o consumo de energia nas sociedades atuais é maior quanto maior a concentração de pessoas. Como tal, o consumo de energia leva ao esgotamento de recursos (especialmente não renováveis) pelo que, a discussão acerca da importância da priorização do consumo de energia proveniente de fontes renováveis está em cima da mesa de todas os setores políticos mundiais (uns mais que outros). Nos países menos desenvolvidos ou em vias de desenvolvimento, esta preocupação não é tida em conta da mesma forma. É natural que os seus habitantes ao procurarem igualar os níveis de conforto e comodidade dos países desenvolvidos não estabeleçam como prioridade o consumo energético e as emissões poluentes.

Podemos dividir os recursos energéticos em dois tipos quanto à sua génese: fontes energéticas renováveis (ex: barragens) e fontes não renováveis (ex. combustíveis fósseis).

Capítulo 5 – Proveniência da energia elétrica em Portugal

Importa então contextualizar a proveniência da energia elétrica disponível na rede comum nacional, no sentido de se perceber até que ponto a utilização desta fonte no automóvel é realmente “amiga do ambiente”.

A energia elétrica fornecida pelos operadores do mercado (o principal é de longe a EDP), provém de fontes diversas, quer de origem renovável, quer de origem não renovável. No ano de 2018, aproximadamente 56% da energia elétrica residencial foi proveniente de fontes renováveis. As principais fontes de energia elétrica renováveis são a eólica, a hídrica, a solar e a cogeração renovável (biomassa e alguns resíduos industriais). As fontes de energia elétrica não renováveis mais proeminentes em Portugal são o carvão, gás natural, cogeração fóssil e os resíduos sólidos urbanos, sendo que estes últimos têm uma componente renovável também (EDP; www.edpsu.pt).



Figura 5 – Produção de eletricidade em Portugal no dia 30-04-2019 (cedida por Lopes, 2019)

É facilmente verificável que o impacto ambiental da energia elétrica consumida depende das fontes suas fontes primárias. Quando a produção é oriunda de fontes renováveis, excetuando-se a biomassa e os resíduos sólidos urbanos, não há emissão de gases nocivos e que causem efeito de estufa (EDP; www.edpsu.pt).

A produção de energia elétrica proveniente de fontes não renováveis tem como principais implicações a emissão de dióxido de carbono, de dióxido de enxofre e dos óxidos de azoto, elementos que contribuem fortemente para as alterações climáticas (efeito de estufa com aumento de temperatura global), chuvas ácidas e presença de partículas nocivas no ar, com implicações ao nível do aparelho respiratório humano (EDP; www.edpsu.pt).

De salientar que a percentagem de produção de energia elétrica em Portugal originária de cada fonte das enunciadas acima varia diariamente, o que não permite estabelecer um valor específico definido para cada fonte. Por outro lado, Portugal importa uma fatia importante da energia consumida, energia essa cuja fonte também não é possível identificar com precisão. Parte da energia importada é proveniente de centrais nucleares que embora não emitam gases poluentes, geram resíduos radioativos, com as implicações que lhes estão inerentes (EDP; www.edpsu.pt).

Retira-se então que não é possível estabelecer valores percentuais com rigor para as fatias de energia provenientes de fontes renováveis ou não renováveis. Na prática traduz-se numa forte componente de emissões poluentes na produção de energia elétrica necessária para alimentar os veículos elétricos, cujo presente estudo aflora. Tomando como exemplo o gráfico da figura 5, tem-se que no dia 30-04-2019, quase metade da energia elétrica disponível na rede de consumo advém de fontes não renováveis como o carvão, o gás natural e o petróleo...

Capítulo 6 – Análise comparativa de eficiência entre veículo elétrico e veículo a MCI

Atendendo ao manancial de informação existente sobre este assunto, informação essa muitas vezes deturpada e até contraditória por razões de interesses económicos e políticos, procurou-se simplificar a abordagem de forma a comparar-se a eficiência (ou rendimento) de duas fontes energéticas não renováveis que servem de base quer à produção de gasolina/Diesel para o veículo a MCI, quer à produção de energia elétrica para o veículo elétrico: petróleo no caso do veículo a MCI e gás natural no caso do veículo elétrico. No caso do veículo a MCI os valores médios de eficiência são sobejamente conhecidos, pelo que este trabalho cingiu-se ao cálculo dos valores para o veículo elétrico com base na produção de eletricidade numa central de cogeração a gás natural.

Capítulo 6.1 – veículo elétrico

Para realização desta comparação e aferir-se da eficiência é fundamental considerar as perdas energéticas. Pode-se afirmar que a energia final utilizável pela viatura resulta da diferença de valor de energia primária (fonte) e a energia utilizável que chegas às rodas (descontando as correspondentes perdas inerentes à sua produção, conversão e transporte). A energia mecânica final que se pretende para o movimento da viatura, começa por ser energia química presente no combustível (neste caso gás natural) que é transformada em energia elétrica na central de cogeração. É de seguida transportada pela rede elétrica até às tomadas comuns (ou postos de carregamento espalhados pelo território nacional) onde é transferida para as baterias do veículo e aí armazenada. Por fim, essa mesma energia é convertida em energia mecânica pelos motores elétricos de veículo, Pereira (2017). As tabelas 1 e 2 abaixo indicam as diversas fases de produção, conversão e transporte dos diferentes tipos de energia e os respetivos valores de eficiência (rendimento) associados ao processo.

Quando se fala em eficiência o valor é expresso em percentagem, ou seja é um valor que se situa entre 0 e 100. Como é fácil de entender, no contexto de máquinas e mecanismos, é impossível obterem-se rendimentos de 100%. Há sempre perdas, por diminutas que sejam, sendo que, no caso em apreço, as principais ocorrem sob a forma de calor e de fricção mecânica.

Custos eficiências e perdas energéticas da fonte até ao depósito (baterias)	Valor (%)
Custos de extração de combustível (energia química)	10%
Custos de transporte de combustível (energia química)	1,5%
Eficiência da central de produção (energia elétrica)	45%
Perdas de transporte sob a forma de calor (energia elétrica)	10%

Tabela 1 – perdas/custos energéticos desde a extração de combustível, até às baterias de armazenamento de eletricidade no automóvel.

De acordo com a tabela 1 pode-se constatar que há a considerar custos de extração e transporte de combustível para a central de produção de energia elétrica e que o seu

“ O combustível ideal para o Carro de Patrulha face à pertinência atual das viaturas elétricas ”

transporte na rede pública implica sempre aquecimento dos condutores metálicos o que origina perdas sob forma de calor.

Na tabela 2 consideram-se as perdas energéticas desde as baterias de carregamento até às rodas:

Eficiências e perdas energéticas do depósito (baterias) até às rodas	Valor (%)
Eficiência de carregamento (energia elétrica)	80%
Eficiência de conversão de AC para CC (energia elétrica)	95%
Eficiência de conversão de CC para AC (energia elétrica)	95%
Eficiência do motor elétrico (energia mecânica)	85%
Perdas de transmissão desde o motor até às rodas (energia mecânica)	5%
Perdas de descarregamento das baterias (energia elétrica)	1%

Tabela 2 – perdas energéticas desde as baterias de armazenamento até às rodas motrizes.

Assim, salienta-se o aquecimento decorrente do carregamento das baterias, o que constitui perdas sob a forma de calor; a corrente disponível na rede pública é alternada (AC) pelo que é convertida em corrente contínua (CC) por um inversor (no veículo) de forma a poder ser armazenada nas baterias; de seguida é novamente transformada em CC utilizável pelo motor elétrico. Estas conversões de energia elétrica implicam perdas, sobretudo sob a forma de calor. Há a salientar que os motores elétricos, ao contrário dos MCI, têm valores de eficiência energética muito altos, mas cuja potência até chegar às rodas, diminui sob a forma de fricção e calor. De referir, por último, que as baterias descarregam ao longo do tempo, embora residualmente.

Multiplicando os valores de eficiência e de perdas (estas subtraídas à unidade) de cada um dos postos de transformação/transporte energéticos das tabelas 1 e 2, é possível chegar ao valor de rendimento global da viatura elétrica “*Well to Whell*”, ou seja, desde a fonte de energia primária até à roda, conforme a expressão matemática abaixo (valor 1 corresponde a uma eficiência de 100%):

$$(1 - 0,1) \times (1 - 0,15) \times 0,45 \times (1 - 0,1) \times 0,8 \times 0,95 \times 0,95 \times 0,85 \times (1 - 0,05) \\ \times (1 - 0,01) = 0,207$$

Multiplicando o valor obtido por 100 no sentido de se apresentar matematicamente como eficiência (η),

$$\eta = 20,7\%$$

Tem-se que a eficiência energética de uma viatura elétrica no contexto do presente estudo é de aproximadamente 20,7%.

Capítulo 6.2 - Veículo a MCI (gasolina/Diesel)

O MCI a gasolina, aplicado às viaturas automóveis, existe desde finais do século XIX pelo que há diversos e múltiplos estudos sobre o comportamento e rendimento termodinâmicos do mesmo. Tornar-se-ia redundante efetuar-se qualquer tipo de análise de eficiência para o automóvel movido a MCI.

Pode afirmar-se com que o rendimento do típico MCI a gasolina do automóvel atual anda na ordem dos 20%, Gonçalves (2008). Atualmente, em condições especiais de laboratório há já motores a gasolina com rendimentos próximos ou até superiores a 50%, no entanto são casos excecionais, tal como é exemplo o motor de fórmula 1 Mercedes AMG de configuração 6 cilindros em V e 1600 centímetros cúbicos de cilindrada (Motor Authority; www.motorauthority.com). As duas maiores fatias de perdas de rendimento acontecem, tal como se referiu, por fricção e sob a forma de calor, ou seja, pelo escape e pelo sistema de refrigeração.

No caso dos motores Diesel pode-se falar em valores de eficiência entre 20% a 40% superiores aos motores a gasolina, justamente porque operam com valores de taxa de compressão superiores, Reitz (2018).

A conversão de energia química da gasolina em energia mecânica para as rodas no veículo movido por MCI, tal como vimos para o veículo elétrico, compreende perdas energéticas para além das que acontecem no motor. Tal como acontece no veículo elétrico, há a considerar as perdas por atrito desde a saída do motor até às rodas (carretos e rolamentos da caixa de velocidades e diferencial, essencialmente). Assim, pode-se então afirmar-se que a eficiência global de uma viatura movida a MCI ronda os 18 a 20%, sendo que a Diesel o valor pode ser ligeiramente superior, Giacosa (2000).

Daqui se retira que em termos de eficiência energética, os veículos movidos a eletricidade e os veículos movidos a MCI apresentam valores similares, sendo que dentro destes últimos são os veículos a Diesel os que apresentam valores preferenciais.

Capítulo 7 – Análise comparativa de consumo de combustível

A presente abordagem conseguiu-se recorrendo a valores concretos em termos de consumo energético. Foi considerada como base de trabalho legislação específica sobre esta matéria, nomeadamente o Despacho n.º 17313/2008 da Direção Geral de Energia e Geologia, publicado no DR, 2ª Série – N.º 122 de 26 de junho de 2008 (Anexo).

Utilizou-se como base relacional de comparação a unidade tonelada equivalente de petróleo por cada 100 quilómetros (tep/100km). É uma unidade energética que consiste na energia libertada sob a forma de calor durante a combustão de uma tonelada de petróleo, por cada 100 quilómetros percorridos por uma dada máquina e está patente na legislação referida. Esta unidade de energia foi utilizada como base comum de estudo no sentido de se poderem tirar conclusões de forma objetiva.

No Despacho n.º 17313/2018 consta informação concreta acerca dos fatores de conversão para tep/100km dos diversos combustíveis disponíveis para utilização final (gasolina, gasóleo, carvão, petróleo, etc) e dos respetivos fatores para cálculo da intensidade carbónica decorrente da emissão de gases com efeito de estufa (referidos a quilograma de dióxido de carbono equivalente – KgCO_{2e}).

Considerem-se então duas viaturas atuais, da mesma marca e modelo, uma movida a MCI a gasolina e outra a motor elétrico: Ford Focus 1.0 Ecoboost (2017) e Ford Focus Electric (2017). Para ambas as viaturas foram tidos em conta os respetivos valores de consumo apresentados oficialmente pela marca. A tabela 3 apresenta os valores comparativos cujas conclusões foram obtidas na unidade de medida comum tep/100km, a amarelo.

“ O combustível ideal para o Carro de Patrulha face à pertinência atual das viaturas elétricas”

	Ford Focus EcoBoost		Ford Focus Electric
	Mínimo	Máximo	Combinado
Consumo oficial anunciado	4,7l/100km	5,5l/100km	19,6 kWh/100km
Consumo em kg/100km	3,525kg/100km	4,125kg/100km	
PCI do combustível (Despacho n.º 17313/2018)	1,051 tep/100kg	1,075 tep/kg	0,000215 tep/kWh
Consumo na base comum tep/100km	0,0037 tep/100km	0,0044 tep/100km	0,0042 tep/100km

Tabela 3 – Comparação de valores de consumo de energia com base de referência a unidade tep/100km.

De acordo com a tabela 3 consideraram-se os valores de consumo mínimos e máximos da viatura a gasolina (litros por 100km) e os valores intermédios da viatura elétrica (quilo Watts hora por 100km) oficiais da marca. Tendo em conta a massa volúmica² da gasolina que é de 0,75 kg/l, multiplicando este valor pelos consumos anteriores obtêm-se os valores de consumo em termos de massa pela distância percorrida (kg/100km). Os valores a verde são valores de Poder Calorífico Inferior (PCI) de referência quer para o combustível gasolina, quer para a eletricidade, e constam da legislação referida (ver Anexo), pelo que servem de base comparativa entre as duas formas de energia em estudo. Por fim, multiplicando os valores de consumo em termos de massa de combustível por quilómetro percorrido (kg/100km) pelos valores de referência de PCI (e dividindo por 1000 atendendo à equivalência quilograma – tonelada³ da multiplicação em apreço), obtêm-se os valores comparativos de consumo energético na base comum tep/100km, para ambas as viaturas (amarelo).

É possível constatar que o valor de consumo da viatura elétrica (0,0042tep/100km) situa-se próximo do valor de consumo máximo anunciado para a viatura a gasolina (0,0044 tep/100km), sendo que o valor mínimo para a viatura a gasolina é bastante inferior (0,0037 tep/100km) em relação ao da viatura elétrica.

² Massa volúmica é a quantidade de massa contida num volume, a uma dada temperatura.

³ 1 Tonelada = 1000 kg

Capítulo 8 – Análise comparativa de emissões poluentes

No que concerne às emissões do veículo elétrico, consideraram-se os valores médios obtidos a partir dos valores de emissões poluentes das três principais fontes de energia elétrica não renováveis de um país desenvolvido, o Japão, de acordo com a figura 6:

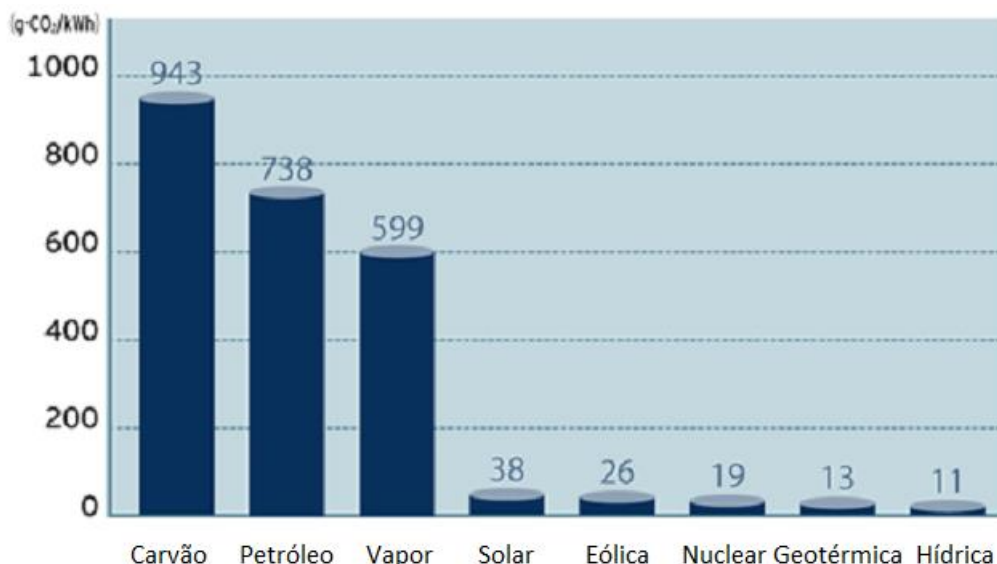


Figura 6 – emissões de dióxido de carbono para produção de 1 kWh de energia elétrica no Japão, para as principais fontes de energia renováveis e não renováveis (retirada de www.mazda.com, 2019)

No que concerne às emissões poluentes do veículo a gasolina foi mais uma vez considerada a legislação referida e estabelecida comparação numa unidade comum, nomeadamente a quantidade de dióxido de carbono equivalente por quilómetro percorrido (gCO₂e/km). Na tabela 4 consta o fator de emissão de gases de efeito de estufa expresso em quilogramas de dióxido de carbono equivalentes por energia libertada pelo combustível em tonelada equivalente de petróleo (KgCO₂e/tep), presente a cor verde, para a gasolina (ver Anexo) e que como se referiu, decorre do Despacho n.º 17313/2008. Multiplicando o fator de emissão pelos valores de consumo mínimos e máximos obtidos na tabela 3 (em tep/100km) para o consumo de combustível (a vermelho na tabela 4), obtém-se os correspondentes valores de emissão de gramas de dióxido de carbono por quilómetro percorrido, a amarelo (considerando as respetivas conversões de unidades quilograma para grama e de 100 quilómetros para unidade quilométrica).

“ O combustível ideal para o Carro de Patrulha face à pertinência atual das viaturas elétricas”

	Ford Focus EcoBoost		Ford Focus Electric		
	Emissões mínimas	Emissões máximas	Central de produção elétrica		
Consumo energético	0,0037 tep/100km	0,0044 tep/100km	Carvão	Petróleo	Gás Natural
Emissões de CO ₂ (a verde legislação)	2893,3 kgCO ₂ e/tep	2893,3 kgCO ₂ e/tep	943 gCO ₂ e/kWh	738 gCO ₂ e/kWh	474 gCO ₂ e/kWh
Emissões poluentes	107,3 gCO ₂ e/km	128,5 gCO ₂ e/km	184,8 gCO ₂ e/km	144,6 gCO ₂ e/km	92,9 gCO ₂ e/km

Tabela 4 – comparação de valores de emissões poluentes entre veículo a MCI e veículo elétrico.

A azul constam os valores de emissão de dióxido de carbono para cada um dos tipos de fonte energética não renovável (ver figura 6) que multiplicados pelo valor de consumo combinado do veículo elétrico (ver tabela 3, valor a laranja) e após se efetuarem as respetivas conversões de unidades, origina os valores de emissões de dióxido de carbono por quilometro percorridos, correspondentes a cada uma das fontes de energia elétrica não renováveis (três ultimas a amarelo).

Pelo exposto retira-se que os valores de emissões poluentes do veículo a gasolina (máximo é 128,5 gCO₂/km) são até menores que os valores de emissões poluentes no caso do veículo elétrico, cujas fontes de produção são o carvão e o petróleo (184,8 gCO₂/km e 144,6 gCO₂/km, respetivamente). Apenas no caso do gás natural os valores são inferiores. Pese embora não seja possível determinar com rigor o peso diário que cada uma das fontes renováveis e não renováveis tem para produção de energia elétrica é um facto que este “fantasma” existe e é bem real. A reforçar esta ideia, no caso em concreto, o Japão sendo um do país desenvolvido, baseia cerca de 83,3% da sua produção de energia elétrica nestas três fontes de energia não renováveis, pelo que, os valores obtidos não são de todo de ignorar, numa perspetiva mundial.

Conclusão

Tendo em conta a análise efetuada, conclui-se que os veículos elétricos, no contexto energético global, portanto compreendendo todas as estruturas de suporte ao funcionamento dos mesmos, não são os veículos mais amigos do ambiente tal como a propaganda generalista dos média deixa transparecer. Apesar de os veículos elétricos, se analisados individualmente, obterem valores de consumo energético e emissões poluentes bastante atrativos, de acordo com o estudo efetuado acima, é fácil constatar que estamos perante uma premissa errada:

1 – O rendimento global do veículo elétrico, considerando todas as perdas desde as fontes energéticas até às rodas, é sensivelmente igual ao do veículo com MCI;

2 – Em termos de consumo energético constata-se que os consumos globais do veículo elétrico são semelhantes aos do veículo com MCI, aproximando-se, inclusivamente, dos valores máximos deste;

3 – No que concerne às emissões poluentes, conclui-se que as emissões poluentes do veículo elétrico por quilómetro percorrido, emissões essas inerentes à produção de eletricidade com base em fontes não renováveis, são superiores às do veículo com MCI.

Não se pode partir da premissa que a eletricidade que movimenta o veículo, disponível na tomada de carregamento, existe sem qualquer tipo de negatividade associada. Uma boa percentagem dessa eletricidade é proveniente das mesmas fontes de energia primárias dos combustíveis que movimentam as outras a MCI. Apenas tendo isto em conta se poderá efetuar uma comparação justa entre fontes de energia para o automóvel.

Tendo em conta que o CP é uma viatura com base comum ao mercado e que as condições de operação são também comuns a muitas outras viaturas que circulam nas estradas (viaturas de empresas ou de transportadores por exemplo), sujeitas a condições de trabalho mormente citadinas, com sucessivos pára-arranca, com necessidades de abastecimento de combustível frequentes e com economia de tempo, concluo que as viaturas elétricas não são as mais adequadas à missão policial. Embora neste ponto se possa considerar que em termos de custo para o utilizador a viatura elétrica seja mais económica devido ao inferior custo direto por quilómetro percorrido, da eletricidade face à gasolina ou ao Diesel, é de considerar que as viaturas CP ao pertencem ao Estado. Tendo esta entidade participações/parcerias com diversas produtoras e operadoras energéticas (de todas as

fontes), tem-se que o custo direto para o utilizador não deve ser considerado isoladamente (ao contrário do que aconteceria com um particular). Deve sim ter-se em conta o custo e as emissões poluentes globais, de todo o processo “*Well to Whell*”.

Ainda no campo dos elétricos, considera-se também que as viaturas híbridas, no contexto atual, não são as mais adequadas devido aos elevados custos de aquisição, manutenção (e menor durabilidade) que estas viaturas ainda oferecem pelo que não se coadunam com a realidade da PSP (além da presença das componentes consumo de gasolina/Diesel e emissões poluentes). Se o paradigma de aquisição de viaturas pela PSP mudar, afetando-se ao serviço por exemplo com contratos que incluam manutenções (e garantias de reparação durante o tempo de serviço contratado) e durante 4 ou 5 anos no máximo, as viaturas híbridas serão um boa hipótese a considerar.

Tendo em conta as considerações efetuadas acerca dos principais combustíveis de origem fóssil como a gasolina, o Diesel e o GPL/GNV, bem como as características de durabilidade resistência e rendimento superior do motor Diesel no contexto de viaturas com uma missão específica como CP da PSP, conclui-se que o combustível ideal para o mesmo, no contexto paradigmático atual, é o Diesel.

Deixa-se no entanto a ideia que a tecnologia inerente aos veículos elétricos encontra-se num bom ritmo de desenvolvimento pelo que, a médio e longo prazo, iremos assistir a melhorias significativas ao nível da problemática energética discutida sendo que é altamente provável a sua proliferação e substituição gradual do secular MCI.

Referências

Arias-Paz, M. (1978). *Manual de Automóveis*. (3ª ed.). Tradução de José Campos Roxo. São Paulo: Editora Mestre Jou.

Automotive Diagnostic Specialties. (2019). Disponível em <https://automotivediagnosticspecialties.com/advantages-disadvantages-of-hybrid-cars/>.

Barata, Sérgio Manuel. (2016). *Frota de veículos da PSP: pressupostos para a customização dos carros de patrulha e a influência das motorizações nos custos da frota*. Instituto Superior de Ciências Policiais e Segurança Interna, Lisboa.

“ O combustível ideal para o Carro de Patrulha face à pertinência atual das viaturas elétricas ”

Escola Britannica. (2019). Disponível em <https://escola.britannica.com.br/artigo/motor/481572>.

Despacho n.º 17313/2008 da Direção Geral de Energia e Geologia, publicado no DR, 2ª Série – N.º 122 de 26 de junho de 2008.

Duarte, D. T. (2013). *Estudo de algumas consequências da aplicação da regulamentação para 2014 na fórmula 1 no desempenho dos motores de combustão interna*. (Tese de Mestrado). Disponível nos Repositórios Científicos de Acesso Aberto de Portugal: <https://www.rcaap.pt/detail.jsp?id=oai:repositorio.ipv.pt:10400.19/1939>.

EDP serviço universal. (2019). Disponível em <https://www.edpsu.pt/pt/origemdaenergia/Pages/OrigensdaEnergia.aspx>.

EDP serviço universal. (2019). Disponível em <https://www.edpsu.pt/pt/PRE/cogeracao/Pages/Cogeracao.aspx>.

FuelCellCars. (2019). Disponível em <http://www.fuelcellcars.com/hydrogen-cars-pros-and-cons/>.

GALP. (2018). *Gás Natural – Infraestrutura/Instalações de Abastecimento*. Disponível em https://www.ordemengenheiros.pt/fotos/dossier_artigo/02_galp_11518531765b1914e97f5ff.pdf.

Giacosa, D. (2000). *Motori endotermici*. (15ª ed.). Revisão por Attilio Garro. Milano – Itália: Biblioteca Técnica.

Gonçalves, Pedro Manuel. (2008). *Concepção de um motor de combustão interna para um veículo automóvel de extra-baixo consumo de combustível*. Universidade de Coimbra, Coimbra. Howell, J., Buckius, R., (1986). *Fundamentals of engineering Thermodynamics*. MacGraw-Hill College.

Heywood. J. B: (1998). *Internal Combustion Engine Fundamentals*. McGraw-Hill International Editions.

Mazda. (2019). Disponível em <https://www.mazda.com/en/notification/20190225/>.

Motor Authority. (2019). Disponível em https://www.motorauthority.com/news/1112999_mercedes-amg-f1-engine-achieves-50-percent-thermal-efficiency.

Polícia de Segurança Pública. (1973). *Instruções sobre Emprego dos Carros Patrulha e Redes de Avisadores da PSP*. Escola Prática, Torres Novas.

Pereira, Carlos. (2017). *Energy electric vehicles “Well to Wheel” analysis*. 9th International Week at FH Dortmund, Polytechnic Institute of Viseu.

Polícia de Segurança Pública. (2019). Disponível em <https://www.psp.pt/Pages/homePage.aspx>.

Razão Automóvel. (2019). Disponível em <https://www.razaoautomovel.com/2018/01/nao-ha-hibridos-diesel>.

Reitz, Rolf D. (2018). *Internal Combustion Engines I: Fundamentals and Performance Metrics*. Disponível em https://cefr.princeton.edu/sites/cefr/files/reitz_princeton-day1-hour1-2018.pdf.

Samacharnama. (2019). Disponível em <http://www.samacharnama.com/diesel-car-advantage-and-disadvantage/diesel-cars-advantages-and-disadvantages-5/>.

Sanow, E. (1998). *Ford Police Cars: 1932 – 1997*. Osceola - EUA: Motorbooks.

Toyota. (2018). Disponível em <https://www.toyota.co.uk/hybrid/hybrid-faq/charging>.

Trackimo. (2019). Disponível em <https://trackimo.com/gps-monitoring-devices-for-hybrid-cars/>.

VandenBos, Gary R. (2010). *Publication Manual for the American Psychological Association*. Washington, DC: American Psychological Association.

Anexo: Despacho n.º 17313/2008 de 26 de junho de 2008

27912

Diário da República, 2.ª série — N.º 122 — 26 de Junho de 2008

2003 — Nomeado perito institucional para a área de ambiente, junto da Comissão de Avaliação das propostas do concurso público internacional para a concessão rodoviária, em regime de portagem sem cobrança ao utilizador (SCUT), na ilha de S. Miguel.

2002 — Acompanhamento da elaboração do Plano Estratégico de Resíduos Hospitalares dos Açores, promovido pela Direcção Regional do Ambiente dos Açores.

1998-1999 — Representante da Direcção Regional do Ambiente no grupo de trabalho para a elaboração do «Quality Status of the Wider Atlantic, OSPAR -Region V», no âmbito da Convenção OSPAR.

1998 — Participação na elaboração do Plano Estratégico de Resíduos Sólidos Urbanos dos Açores, promovido pela Direcção Regional do Ambiente dos Açores.

Vértice	Meridiana (m)	Perpendicular (m)
3	- 44600,7455	35299,2275
4	- 44902,7066	32738,4384

Convidam-se todos os interessados a apresentar reclamações, por escrito e devidamente fundamentadas, no prazo de 30 dias a contar da data da publicação do presente Aviso.

O pedido está patente para consulta, dentro das horas de expediente, na Direcção de Serviços de Minas e Pedreiras da Direcção-Geral de Energia e Geologia, na Av.ª 5 de Outubro, 87, 5.º andar, 1069-039 Lisboa, entidade para quem devem ser remetidas as reclamações.

4 de Junho de 2008. — O Subdirector-Geral, *Carlos A. A. Caxaria*,
300440245

MINISTÉRIO DA ECONOMIA E DA INOVAÇÃO

Direcção-Geral de Energia e Geologia

Aviso n.º 18670/2008

Faz-se público, nos termos e para efeitos do n.º 1 do artigo 6.º do Decreto-Lei n.º 88/90, de 16 de Março, que CORBÁRIO — Minerais Industriais, S. A., requereu a atribuição de direitos de prospecção e pesquisa de depósitos minerais de caulino, numa área localizada no concelho de Pombal, delimitada pela poligonal cujos vértices se indicam seguidamente, em coordenadas Hayford-Gauss, referidas ao Ponto Central:

Área total do pedido: 5,5207 km²

Vértice	Meridiana (m)	Perpendicular (m)
1	- 47184,0103	32683,7006
2	- 46655,9210	35237,5556

Despacho n.º 17313/2008

Nos termos da alínea a) do n.º 2 do artigo 19.º do Decreto-Lei n.º 71/2008, de 15 de Abril, do SGCE — Sistema de Gestão dos Consumos Intensivos de Energia, o presente despacho procede à publicação dos factores de conversão para tonelada equivalente petróleo (tep) de teores em energia de combustíveis seleccionados para utilização final, bem como dos respectivos factores para cálculo da Intensidade Carbónica pela emissão de gases com efeito de estufa, referidos a quilograma de CO₂ equivalente (kgCO₂e).

Para efeitos deste Despacho, as quantidades e características das diferentes formas de energia consideradas devem ser verificadas à entrada da instalação CIE.

Nestes termos, estabelece-se o seguinte:

1 — Com base nos dados constantes da Tabela de Conversão incluída no Anexo II da Directiva 2006/32/CE publicada no Jornal Oficial da União Europeia de 27 de Abril de 2006, e do Quadro 4 da Decisão da Comissão n.º 2007/589/CE, de 18 de Julho, são adoptados para efeitos deste Despacho os factores de conversão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 — Poderes Caloríficos Inferiores e Factores de Emissão para Combustíveis

Combustível	PCI (MJ/kg)	PCI (tep/t)	FE (kgCO ₂ e/GJ)	FE (kgCO ₂ e/tep)
Antracite,	26,7	0,638	98,2	4111,4
Betume / Alcatrão	40,2	0,96	80,6	3374,6
Biogásolina e Biodiesel	27	0,645	0	0,0
Briquetes de lignite	20	0,478	101,1	4232,9
Briquetes de turfa	16 — 16,8	0,382 — 0,401	105,9	4433,8
Carvão betuminoso	25,8	0,616	94,5	3956,5
Carvão sub-betuminoso	18,9	0,451	96,0	4019,3
Carvão vegetal	29,5	0,705	0	0,0
Combustível para motor (gasolina)	44 — 45	1,051 — 1,075	69,2	2897,3
Coque de Carvão	28,2	0,674	94,5	3956,5
Coque de forno / lignite ou gás	28,2 — 28,5	0,674 — 0,681	107	4479,9
Coque de Petróleo	31 — 32,5	0,740 — 0,776	97,5	4082,1
Etano	46,4	1,108	61,6	2579,1
Fuelóleo pesado	40 — 40,4	0,955 — 0,965	77,3	3236,4
Fuelóleo	41,2	0,984	77,3	3236,4
Gás de Alto Forno	2,5	0,060	259,4	10860,6
Gás de coqueria e de fábricas de Gás.	38,7	0,924	44,7	1871,5
Gás de forno de azeite a oxigénio	7,1	0,170	171,8	7192,9
Gás de petróleo liquefeito	46 — 47,3	1,099 — 1,130	63,0	2637,7
Gás de Refinaria.	49,5	1,182	51,3	2147,8
Gás natural (superior a 93 % de metano)	47,2 — 48	1,127 — 1,146	56,1	2348,8
Gás natural liquefeito	44,2 — 45,2	1,056 — 1,080	64,1	2683,7
Gás natural (1)	45,1	1,077	64,1	2683,7
Gases de aterro/ lamas de depuração e outros biogases	50,4	1,204	0	0,0
Gasóleo / Diesel.	42,3 — 43,3	1,010 — 1,034	74,0	3098,2
Hulha	17,2 — 30,7	0,411 — 0,733	97,5	4082,1
Lignite castanha	5,6 — 10,5	0,134 — 0,251	101,1	4232,9
Lignite negra	10,0 — 21	0,239 — 0,502	101,1	4232,9
Lubrificantes, ceras parafínicas e outros produtos Petrolíferos	40,2	0,960	73,3	3068,9
Madeira / resíduos de Madeira.	13,8 — 15,6	0,330 — 0,373	0	0,0
Matérias-primas para refinaria.	43	1,027	73,3	3068,9
Metano	50	1,194	54,9	2298,6
Monóxido de Carbono	10,1	0,241	155,2	6497,9
Nafta química / Condensados de gasolina	44,5	1,063	73,3	3068,9
Óleo de xisto	38,1	0,910	73,3	3068,9

Combustível	PCI (MJ/kg)	PCI (tep/t)	FE (kgCO ₂ e/GJ)	FE (kgCO ₂ e/tep)
Óleos usados	40,2	0,960	73,3	3068,9
Orimulsão	27,5	0,657	76,9	3219,6
Outra biomassa primária sólida	11,6	0,277	0	0,0
Outros biocombustíveis Líquidos	27,4	0,654	0	0,0
Peletes / briquetes de madeira	16,8	0,401	0	0,0
Petróleo Bruto	42,3	1,01	73,3	3068,9
Querosene	43,8	1,046	71,8	3006,1
Resíduos Industriais	7,4 — 10,7	0,177 — 0,256	142,9	5982,9
Turfa	7,8 — 13,8	0,186 — 0,330	105,9	4433,8
Xisto betuminoso	8 — 9	0,191 — 0,215	106,6	4463,1

(1) Peso específico do Gás Natural é de 0,8404 kg/m³N

Na tabela anterior, PCI (MJ/kg) é o poder calorífico inferior do combustível expresso em mega-Joule (MJ) por quilograma (kg), PCI (tep/t) é o poder calorífico inferior do combustível expresso em tonelada equivalente petróleo (tep) por tonelada (t), FE (kgCO₂e/GJ) é o factor de emissão de gases de efeito de estufa (ex: CO₂) expresso em quilogramas de CO₂ equivalentes por energia libertada pelo combustível em giga-Joule (GJ) e FE (kgCO₂e/tep) é o factor de emissão de gases de efeito de estufa expresso em quilogramas de CO₂ equivalentes por energia libertada pelo combustível em tonelada equivalente petróleo (tep).

2 — Para outros combustíveis primários sólidos, líquidos ou gasosos não referidos explicitamente na tabela do ponto anterior e aos quais estes também não possam ser equiparados, é usada a seguinte expressão que transforma o valor do poder calorífico inferior (PCI) do combustível de MJ/kg para tep/t:

$$PCI \text{ (tep/t)} = \frac{PCI \text{ (MJ/kg)}}{41.868}$$

Esta expressão considera a conversão termodinâmica de tep em MJ utilizada pela Agência Internacional da Energia (1 tep = 41 868 MJ).

Para efeitos da contabilização da intensidade carbónica, por emissão dos gases com efeitos de estufa, para outros combustíveis primários sólidos, líquidos e gasosos não referidos explicitamente na tabela do ponto anterior e aos quais estes também não possam ser equiparados, deverão ser utilizados os valores de referência de factor de emissão (FE) de, respectivamente, 96, 73 e 59 kgCO₂e/GJ.

3 — A electricidade, o vapor e outros fluidos térmicos são formas de energia resultantes da transformação de fontes de energia primária. Assim, a conversão para tep da energia eléctrica e da energia térmica do vapor e de outros fluidos térmicos gerados por fornecedores externos tem que ter em conta o rendimento do processo de transformação.

3.1 — Para a energia eléctrica, a conversão considera o rendimento eléctrico médio ($\eta_{\text{eléctrico}}$) das centrais termoeléctricas que usam combustíveis fósseis. Nestes termos, a conversão de kWh de energia eléctrica para tep é dada pela fórmula:

$$Energia \text{ eléctrica (tep/kWh)} = \frac{\eta_{\text{eléctrico}}}{86 \times 10^6}$$

Para efeitos deste Despacho e de acordo com o Anexo II da Directiva 2006/32/CE, o valor de $\eta_{\text{eléctrico}}$ é igual a 0,4, pelo que 1 kWh = 215 x 10⁻⁶ tep.

Para efeitos da contabilização da intensidade carbónica por emissão de gases com efeito de estufa, considera-se que o factor de emissão associado ao consumo de electricidade é igual a 0,47 kgCO₂e/kWh, de acordo com o estabelecido na Portaria n.º 63/2008 de 21 de Janeiro, 1.ª série.

3.2 — Para o vapor, a conversão considera o rendimento térmico médio ($\eta_{\text{térmico}}$) das caldeiras utilizadas actualmente na geração de vapor, sendo dada por:

$$Energia \text{ do vapor (tep/t)} = \frac{Entalpia \text{ específica do vapor (MJ/kg)}}{\eta_{\text{térmico}} \times 41.868}$$

Para efeitos da contabilização da intensidade carbónica por emissão de gases com efeito de estufa, considera-se que o factor de emissão associado ao consumo de vapor é igual a:

$$\text{Factor de Emissão para o consumo de vapor (kgCO}_2\text{e/GJ)} = 65,05 / \eta_{\text{térmico}}$$

Para efeitos deste despacho, o valor de $\eta_{\text{térmico}}$ para as caldeiras de geração de vapor é igual a 0,9, pelo que 1 GJ de vapor consumido = 72,3 kgCO₂e.

3.3 — Para outros fluidos térmicos, a conversão considera o rendimento térmico médio da unidade de produção, sendo dada por:

$$Energia \text{ do fluido (tep/t)} = \frac{Calor \text{ útil (MJ/kg)}}{\eta_{\text{térmico}} \times 41.868}$$

O calor útil é definido como a diferença entre a energia térmica recebida do fornecedor e a devolvida.

Para efeitos da contabilização da intensidade carbónica por emissão de gases com efeito de estufa, considera-se que o factor de emissão associado ao consumo de fluido térmico é igual a:

$$\text{Factor de Emissão para o consumo de fluido térmico (kgCO}_2\text{e/GJ)} = 65,05 / \eta_{\text{térmico}}$$

Para efeitos deste despacho, o valor de $\eta_{\text{térmico}}$ para geradores de fluido térmico é igual a 0,9, pelo que 1 GJ de fluido térmico consumido = 72,3 kgCO₂e.

4 — Todas as situações que se encontrem fora do âmbito do presente Diploma, deverão ser apresentadas e comprovadas à Direcção-Geral de Energia e Geologia, que após análise emitirá um despacho.

O presente despacho entra em vigor à data da sua publicação no *Diário da República*.

3 de Junho de 2008. — O Subdirector-Geral, *Bento de Moraes Sarmiento*.

Direcção Regional da Economia de Lisboa e Vale do Tejo

Despacho n.º 17314/2008

Carlos Armando Martins de Azevedo Moraes, técnico especialista principal, posicionado no escalão 2, índice 560, da carreira técnica do quadro de pessoal da Direcção Regional de Lisboa e Vale do Tejo do ex-Ministério da Economia, constante do mapa m anexo à Portaria n.º 443/99, de 18 de Junho, nomeado, por reclassificação profissional ao abrigo das disposições constantes do Decreto-Lei n.º 497/99, de 19 de Novembro, na categoria de técnico superior principal, escalão 2, índice 560, da carreira técnica superior, em lugar vago do mesmo quadro de pessoal.

Foi dado cumprimento às disposições legais constantes dos artigos 34.º e 41.º da Lei n.º 53/2006, de 7 de Dezembro, designadamente, através de processo de procedimento de selecção para reinício de funções por tempo indeterminado, P20080679/SigaME, publicitado em 14 de Fevereiro de 2008.

17 de Junho de 2008. — A Directora Regional, *Elisabete Velez*.

Região de Turismo do Alto Minho (Costa Verde)

Aviso n.º 18671/2008

Por despacho da Comissão Executiva da Região de Turismo do Alto Minho, de 7 de Abril de 2008, foi ratificado o pedido de licença sem vencimento por um ano renovável até 3, ao abrigo do n.º 1 do artigo 76.º do Decreto-Lei n.º 100/99, alterado pelo Decreto-Lei n.º 169/2006, de 17 de Agosto, a Maria Aurora Botão Pereira do Rego, Técnica Superior Principal, como Bolseira da Fundação da Ciência e Tecnologia, com efeitos a 01 de Abril de 2008.

7 de Abril de 2008. — O Presidente, *Francisco José Torres Sampaio*.

300449861